

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑯ DE 30 43 996 A 1

⑯ Int. Cl. 3:

F 01 N 3/08

DE 30 43 996 A 1

⑯ Aktenzeichen:
⑯ Anmeldetag:
⑯ Offenlegungstag:

P 30 43 996.4
20. 11. 80
19. 6. 81

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
03.12.79 US 99935

⑯ Erfinder:
Outland, Robert John, Grosse Pointe Woods, Mich., US

⑯ Anmelder:
General Motors Corp., Detroit, Mich., US
⑯ Vertreter:
Walther, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 1000 Berlin

⑯ Abgasdurchströmter Schwebeteilchenfilter für Dieselmotoren

DE 30 43 996 A 1

Patentanwalt
Dipl.-Ing. K. Walther
Bolivarallee 9
1000 BERLIN 19

3043996

20. November 1980
W-W-3455

General Motors Corporation, Detroit, Michigan, V.St.A.

Abgasdurchströmter Schwebeteilchenfilter für Dieselmaschinen

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Abgasdurchströmter Schwebeteilchenfilter für Dieselmaschinen mit folgenden Merkmalen:

- a) Ein keramischer Monolith enthält im Inneren poröse Zwischenwände, die mehrere parallel zueinander liegende Kanäle (26,27) voneinander trennen;
- b) diese Kanäle erstrecken sich von der einen Seite des Monolithen zu dessen anderer Seite;
- c) die Kanäle sind an ihrem einen Ende offen und an ihrem anderen Ende geschlossen;
- d) die Kanäle bilden je eine Gruppe von Einlasskanälen (26), deren geschlossenes Ende an der einen Seite des Monolithen liegt, und eine Gruppe von Auslasskanälen (27), deren geschlossenes Ende an der anderen Seite des Monolithen liegt;
- e) jede Zwischenwand (24) trennt einen Auslasskanal von einem Einlasskanal und bildet eine Filterfläche für die durchtretenden Abgase;

130025/0592

- 2 -

f) die Porosität der Zwischenwände (24) ist so gewählt, dass ein wesentlicher Teil der in den Abgasen enthaltenen Schwebeteilchen von den Zwischenwänden zurückgehalten wird, gekennzeichnet durch das weitere Merkmal:
g) die Querschnitte der Einlasskanäle (26) sind wesentlich grösser gewählt als die der Auslasskanäle (27).

2. Schwebeteilchenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlasskanäle (26) einen sechseckigen Querschnitt und die Auslasskanäle (27) einen dreieckigen Querschnitt aufweisen.

3. Schwebeteilchenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt der Einlasskanäle (26) nach aussen ausgebogene Kanten hat, und der Querschnitt der Auslasskanäle (27) die Form eines Vielecks mit nach innen ausgebogenen Kanten hat.

4. Schwebeteilchenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlasskanäle (26) einen kreisförmigen Querschnitt haben und sich gegenseitig berühren, und dass die Auslasskanäle (27) durch die zwischen ihnen liegenden Zwickel gebildet werden.

- 3 -

Abgasdurchströmte Schwebeteilchenfilter für Dieselmotoren sind beispielsweise durch die DE-OS 2248 359 bekannt.

Die dort vorgesehenen gebohrten Ein- und Auslasskanäle für die Abgase ergeben nur eine verhältnismässig geringe Filterfläche bei einem vorgegebenen Volumen des Filters.

Aufgabe der Erfindung ist es bei einem abgasdurchströmten Schwebeteilchenfilter gemäss dem Gattungsbegriff, der eine gegenüber dem Stand der Technik wesentlich höhere Filterfläche gewährleistet, die Betriebszeit bis zur erforderlichen Reinigung zu verlängern.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 herausgestellte Lösung gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine Teilansicht eines Kraftfahrzeugchassis mit einer Dieselmotorenanlage und zugeordneter Abgasanlage mit Schwebeteilchenfilter in perspektivischer Darstellung,

Fig. 2 eine perspektivische Teilansicht eines Schwebeteilchenfilters der Anlage nach Fig. 1,

Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht einer

130025/0592

- 4 -

anderen Bauform eines Kraftfahrzeugschassis mit Dieselmaschine und zugeordneter Abgasanlage,

Fig. 4 eine perspektivische Teilansicht des Schwebeteilchenfilters der Anlage gemäss Fig. 3,

Fig. 5 a bis k, m, n und p verschiedene Ausbildungen der Kanäle in einem Schwebeteilchenfilter nach Fig. 2.

Ein Kraftfahrzeugschassis 10 weist gemäss Fig. 1 einen Rahmen 11 auf, der eine Dieselmaschine 12 mit zwei im V angeordneten Zylinderreihen trägt. Jeder Zylinderreihe ist ein Abgassammelkasten 14 zugeordnet. Die beiden Abgassammelkästen 14 sind über Abgasleitungen 15 mit je einem zugeordneten Schwebeteilchenfilter 16 verbunden, die von den Abgasen durchströmt die in diesem enthaltenen Schwebeteilchen im wesentlichen zurückhalten. Die Auslässe der Schwebeteilchenfilter 16 sind über ein Y-Rohr 18 mit einem Schalldämpfer 19 verbunden, aus dem die Abgase über ein Auspuffrohr ²⁰/ins Freie abströmen.

Jeder Schwebeteilchenfilter 16 enthält ein Gehäuse geeigneter Form, das am Rahmen 11 befestigt ist. Innerhalb des Gehäuses ist ein keramisches Filterelement angeordnet, das eine beliebige, jeweils geeignete Form aufweisen kann. Gemäss Fig. 2 ist ein keramischer Monolith 22 verwendet, der von einer zylindrischen Außenwand 23 umschlossen ist und in

130025/0592

- 5 -

seinem Inneren eine Vielzahl von porösen Zwischenwänden 24 enthält. Durch diese werden zwei Gruppen von zueinander parallelen Kanälen gebildet, die sich von der einen Seite 28 des Monoliths 22 zu dessen anderer Seite 30 erstrecken. Die eine Gruppe bilden Einlasskanäle 26, die an der Seite 28 offen und an der Seite 30 geschlossen sind, während die andere Gruppe Auslasskanäle 27 darstellen, die an der Seite 28 geschlossen und an der Seite 30 offen sind.

Bei der Bauform nach Fig. 2 haben die Kanäle 26 und 27 quadratischen Querschnitt, obwohl auch andere Querschnittsformen möglich sind, wie noch beschrieben werden wird. Die Einlass- und Auslasskanäle sind in vertikalen und horizontalen Reihen angeordnet, wobei die Einlasskanäle 26 zu den Auslasskanälen schachbrettartig gestaffelt liegen. Es liegt daher jede Zwischenwand 24 zwischen einem Einlasskanal 26 und einem Auslasskanal 27. Es wird somit eine sehr grosse Filterfläche geschaffen.

Die Zwischenwände 24 des Monoliths 22 haben eine solche Porosität, dass die Abgase durch sie aus den Einlasskanälen 26 in die Auslasskanäle 27 strömen können, und die Poren sind so bemessen, dass ein wesentlicher Teil der in den Abgasen enthaltenen Schwebeteilchen von den Zwischenwänden 24 zurückgehalten wird. Eine ausreichend wirksame Filterung wurde versuchsweise festgestellt, wenn eine mittlere Porosität von 10%, eine mittlere Porengröße zwischen 2 und 15 Mikron und eine Einzelgröße der Poren zwischen

130025/0592

- 6 -

0,5 bis 70 Mikron gewählt wurden. Dies wurde erreicht, wenn die quadratischen Kanäle 26 und 27 einen Querschnitt mit etwa 1,524 mm Seitenlänge und die Zwischenwände 24 eine Stärke von etwa 0,381 mm aufwiesen. Da praktisch die gesamten Flächen der Kanäle als Filterfläche wirksam sind, ergibt sich eine Filterfläche von mehr als $78,6 \text{ mm}^2$ je cm^3 Monolithvolumen. Bei sehr geringem Strömungswiderstand ist bei geringem Raumbedarf eine sehr grosse Filterfläche geschaffen. Eine Vergrösserung der Porosität über den Wert von 10% würde eine weitere Verringerung des Strömungswiderstands erwarten, zum mindesten soweit, bis die Querschnitte der Einlass- und Auslasskanäle die den Gasstrom begrenzenden Faktoren werden.

Während des Betriebes treten die von der Dieselmachine 12 kommenden Abgase durch die offenen Enden der Einlasskanäle 26 in den Schwebeteilchenfilter 16 ein und verteilen sich über deren gesamte Länge, um durch die Poren der Zwischenwände 24 in die benachbarten Auslasskanäle 27 zu gelangen.

Ein grosser Teil der in den Abgasen enthaltenen Schwebeteilchen setzt sich an den Innenflächen der Einlasskanäle 26 ab und bildet dort eine Schicht, die bis zu einer den Durchstrom der Abgase störenden Dicke anwachsen kann. Die gereinigten Abgase gelangen durch die offenen Enden der Auslasskanäle in den anschliessenden Teil der Abgasanlage.

Nach einer gewissen Betriebszeit erreicht die Schicht der abgeschiedenen Schwebeteilchen in den Einlass-

130025/0592

- 7 -

kanälen die den Durchstrom der Abgase störende Dicke. Es ist dann die Reinigung des Filters oder dessen Austausch gegen einen neuen Filter erforderlich. Das Reinigen des Filters wird am vorteilhaftesten durch Erhitzen des Monoliths auf eine Temperatur vorgenommen, bei der die angesammelten Schwebeteilchen durch Reaktion mit Sauerstoff aus den Abgasen ge- zündet und verbrannt werden. Der Werkstoff des Monoliths hält diese Temperaturen ohne weiteres aus. Das Reinigen in dieser Weise kann während des Betriebs der Dieselmaschine erfolgen, wobei natürlich eine geeignete Überwachung der Brenn- temperaturen vorgesehen werden muss. Das Reinigen kann aber auch nach Ausbau des Filters in einem Ofen erfolgen, der auf die Zündtemperatur der gesammelten Schwebeteilchen ge- bracht wird. Danach ist der gereinigte Monolith wieder ein- satzbereit.

Damit der Monolith 22 den gegebenen Betriebs- und Reinigungstemperaturen, sowie den auftretenden Spannungen widerstehen kann, ist seine Herstellung aus einem geeignetem Werkstoff erforderlich. Obwohl hierfür zahlreiche Werkstoffe sein/ geeignet/ werden, wird zur Zeit ein keramischer Werkstoff nach der US-PS 3 954 672 verwendet, der für andere Bauarten von Schwebeteilchenfiltern entwickelt wurde. Es wird hier- zu besonders auf die Beschreibung dieser Patentschrift Spalte 6, Zeile 17 bis Spalte 7, Zeile 48 verwiesen, in denen eine bevorzugte Verfahrensführung zur Herstellung von strang- gepressten Monolithen mit offenen Kanälen beschrieben ist.

130025/0592

- 8 -

Ausgehend von dieser Form des Monolithen werden die einen Seiten der Einlass- und Auslasskanäle in der bereits erwähnten Weise verschlossen. Hierzu wird ein Zement verwendet, der anschliessend gehärtet wird. Als geeignet hat sich eine Mischung aus 71,5 % gemahlenem und durch ein 100-Maschensieb passierten Dichroit und 28,5 % kolloidialer Silika (30% Feststoffe und 70% Wasser) erwiesen. Dieser Zement kann in beliebiger Weise in die Enden der Kanäle eingebracht werden, beispielsweise mit einer Injektionskanüle, worauf er zum Setzen für 8 bis 10 Stunden in einen Ofen mit einer Temperatur zwischen 90 und 104 °C eingebracht wird. Abschliessend erfolgt ein Härt(en bei einer Temperatur von 538 °C für eine halbe Stunde. Das Dichroit kann durch Vermahlen von Abfallmonolithen gewonnen werden. Die kolloidale Silika ist handelsüblich und unter dem Namen Ludox AS Colloidal Silica (30% Solids) der E.I.Du Pont Nemours and Comp. Inc., Industrial Chemical Division, Wilmington, Delaware, USA bekannt.

Auch andere abweichende Ausführungsformen weisen gegenüber dem Stand der Technik noch beachtliche Vorteile auf, Als Beispiel ist daher eine weitere Bauform in den Fig. 3 und 4 dargestellt.

Bei dieser weist ein Kraftfahrzeugchassis 32 einen Rahmen 33 auf, der eine Dieselmaschine 34 mit zwei im V angeordneten Zylinderreihen trägt. Jeder Zylinderreihe ist ein Abgassammelkasten 35 zugeordnet, die beide an einen gemeinsa-

130025/0592

- 9 -

men Schwebeteilchenfilter 37 angeschlossen sind. Hierzu sind von den Abgassammelkästen kommende Abgasleitungen 38 bzw. 39 an einander gegenüberliegenden lotrechten Stirnwänden angeschlossen. Ein Rohr 41 ist an die Auslasskanäle des Schwebeteilchenfilters 37 an der Bodenfläche angeschlossen und führt zum restlichen Teil der Abgasanlage.

Das in einem Gehäuse enthaltene Filterelement ist ein Monolith 44, der in Fig. 4 näher dargestellt ist. Es handelt sich um den Typ Thermacomb der 3M Company. Dieser Monolith enthält übereinander mehrere Schichten von zueinander parallelen Kanälen, die sich in Längsrichtung jeweils in einer Schicht erstrecken, die zwischen benachbarten Schichten liegt, in der die Kanäle sich in Querrichtung erstrecken. Die in Längsrichtung liegenden Kanäle 46 sind von den in Querrichtung liegenden Kanälen 47 durch poröse Zwischenwände 49 getrennt.

Im Ausführungsbeispiel sind die Kanäle 46 als Einlasskanäle verwendet, während die Kanäle 47 die Auslasskanäle sind. Bei der getroffenen Anordnung sind aus den Filterflächen bildenden Zwischenwänden 49 zwischen den Einlass- und Auslasskanälen noch Trennwände 50 zwischen den Kanälen jeder Schicht vorgesehen, die keine Filterwirkung ausüben, da sie gleichartige Kanäle voneinander trennen. Es wird hier also nur die Hälfte der Zwischenwände als Filterfläche wirksam, so dass eine entsprechende Vergrösserung des Monolithen bei gleicher Leistungsfähigkeit gegenüber der ersten Bauform notwendig ist. 130025/0592

- 10 -

Der Monolith 44 wird in das Gehäuse so eingebaut, dass die Auslasskanäle 48 in der Lotrechten liegen und deren obere Enden verschlossen sind, während die unteren Enden Verbindung mit dem Rohr 41 haben. Die Einlasskanäle 46 sind an beiden Enden offen und nehmen die Abgase beider Abgassammelkästen auf.

Im Rahmen der Erfindung können andere Bauformen des Schwebeteilchenfilters verwendet werden.

Ferner ist auch eine vielgestaltige Ausbildung der Ein- und Auslasskanäle im Monolith möglich, wie dies die Fig. 5 a bis k, m, n und p zeigen. Diese sind im Grundaufbau entsprechend der Fig. 2 mit zueinander parallelen Kanälen ausgebildet.

Fig. 5a zeigt zum Beispiel eine schachbrettartige Anordnung von Einlasskanälen 26a und Auslasskanälen 27a. Die Zeichnung lässt erkennen, dass der weitaus grösste Teil der Innenflächen der Kanäle als Filterflächen wirksam ist.

Dies gilt auch für die weiteren Ausführungsbeispiele. Bei der Ausbildung nach Fig. 5b haben die Einlasskanäle 26b und die Auslasskanäle 27b rechteckige Querschnitte gleicher Grösse, die durch die porösen Zwischenwände 24b voneinander getrennt sind. Die Kanäle 26 c bis e, 27c bis e in den Figuren 5c bis e haben dreieckige Querschnitte unterschiedlicher Form, wobei aber die Zwischenwände 24 c bis e ebenfalls stets einen Einlasskanal von einem Auslasskanal trennen. Fig. 5f zeigt eine Ausführungsform, bei der die Einlass-

130025/0692

- 11 -

kanäle 26f und die Auslasskanäle 27f rautenförmigen Querschnitt gleicher Grösse aufweisen, die von den Zwischenwänden 24f voneinander getrennt sind.

Bei der Bauform nach Fig. 5g ist die Filterfläche dadurch vergrössert, dass die Kanäle Querschnitte mit wellenförmigen Kanten anstelle von geraden Kanten erhalten. Anstelle des dargestellten schachbrettartigen Musters könnten auch Anordnungen entsprechend den Fig. 5c bis e mit gewellten Kanten der Querschnitte getroffen werden.

Allen diesen Beispielen ist gemeinsam, dass ausser der grossen Filterfläche durch die Zwischenwände 24 die Querschnitte von Einlasskanälen und Auslasskanälen gleich gross sind. Da sich im Betrieb in den Einlasskanälen 26 aber eine sich dauernd vergrössernde Schicht aus abgeschiedenen Schwebeteilchen bildet, vermindert sich der für den Gasstrom verbleibende Querschnitt. Erfindungsgemäss ist daher vorgesehen, den Querschnitt der Einlasskanäle von sich aus grösser als den der Auslasskanäle zu machen. Auch hier bleibt die Filterwirkung im Bereich aller Zwischenwände erhalten, jedoch wird die Betriebszeit bis zur erforderlichen Reinigung oder zum Austausch beträchtlich verlängert.

Derartige Bauformen sind in den Fig. 5h, 5i und 5j dargestellt. In Fig. 5h sind Einlasskanäle 26h mit sechseckigem Querschnitt in Querrichtung in Spitzen zusammenstossend vorgesehen und weitere Einlasskanäle senkrecht hierzu in Spitzen zusammenstossend gestaffelt angeordnet, wobei die verbleibenden, dreieckigen Querschnitt aufweisenden Teile

- 12 -

die Auslasskanäle 27h bilden, wobei deren Gesamtquerschnitt kleiner als der der Einlasskanäle ist. Die Bauformen nach den Fig. 5i und 5j zeigen Varianten der vorerwähnten Bauform bezüglich Gestalt der Querschnitte und deren Zuordnung zueinander.

Eine andere Möglichkeit, unterschiedliche Querschnitte der Einlass- und Auslasskanäle unter Beibehaltung grosser Filterflächen zu erhalten, besteht darin, die Kanten der Querschnitte bogenförmig auszubilden, wobei sie zum Einlasskanal nach aussen, beim Auslasskanal nach innen ausgeborgen sind. Bei der Bauform nach Fig. 5k ist bei schachbrettförmiger Anordnung der Ein- und Auslasskanäle 26k bzw. 27k das Ausbuchen nur an den in einer Richtung liegenden Zwischenwänden 24k vorgenommen, während die zu diesen senkrechten Zwischenwände gerade Flächen aufweisen. Ein grösserer Unterschied zwischen den Querschnitten kann dann erreicht werden, wenn gemäss Fig. 5m das Ausbuchen an sämtlichen Zwischenwänden 27m vorgenommen wird. Die gleiche Wirkung ist gemäss Fig. 5n dadurch erreicht, dass ausgerichtete Einlasskanäle 26n dreieckigen Querschnitt mit nach aussen gewölbten Kanten erhalten. Eine weitere Bauform gemäss Fig. 5p sieht Einlasskanäle 26p kreisförmigen Querschnitts vor, wobei die Auslasskanäle 27p durch die Zwickel zwischen den sich berührenden Einlasskanälen 26p gebildet sind. Die Anordnung der Einlasskanäle 26p könnte hier auch in einem dreieckigem Muster vorgenommen werden.

- 13 -

Bei den beschriebenen Beispielen ist die Anordnung stets so getroffen, dass eine optimale Filterfläche wirksam ist, wie sie der Bauform nach Fig. 2 eigen ist. Die Erfindung ist jedoch auch noch vorteilhaft, wenn andere den obigen Beispielen ähnliche Bauformen getroffen werden, bei denen nicht alle Zwischenwände eine Filterwirkung ausüben, die also ähnlich der Bauform nach Fig. 4 ausgebildet sind.

130025/0592

3455

3043996 -15-

Nummer: 30 43 996
Int. Cl.³: F 01 N 3/08
Anmeldetag: 20. November 1980
Offenlegungstag: 19. Juni 1981

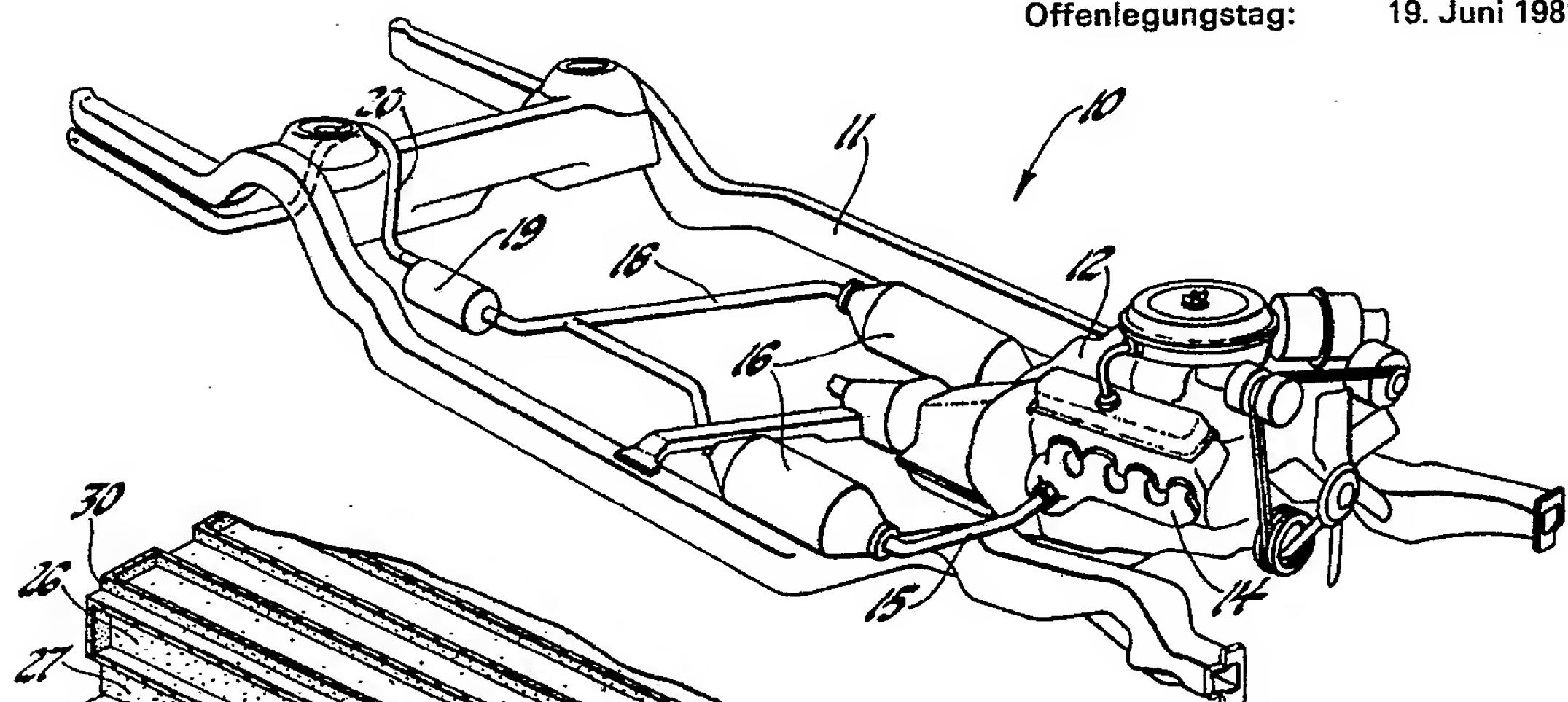


Fig. 1

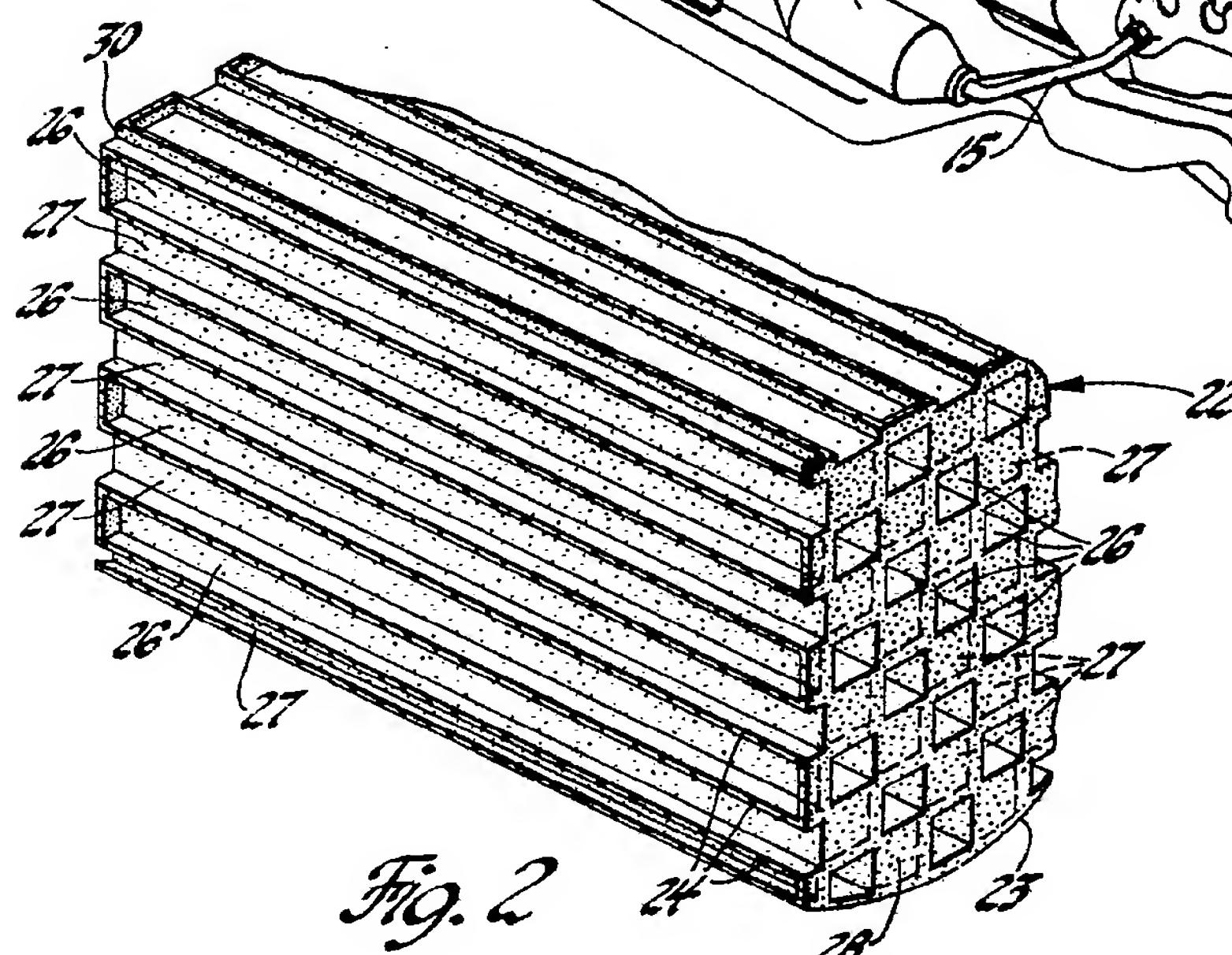


Fig. 2

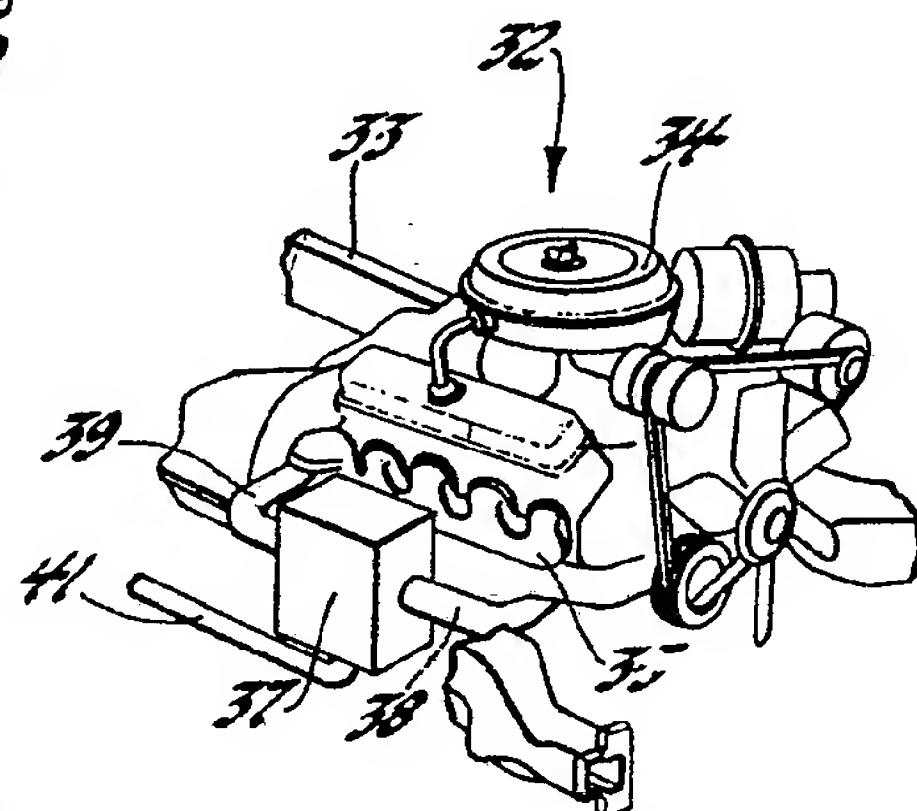


Fig. 3

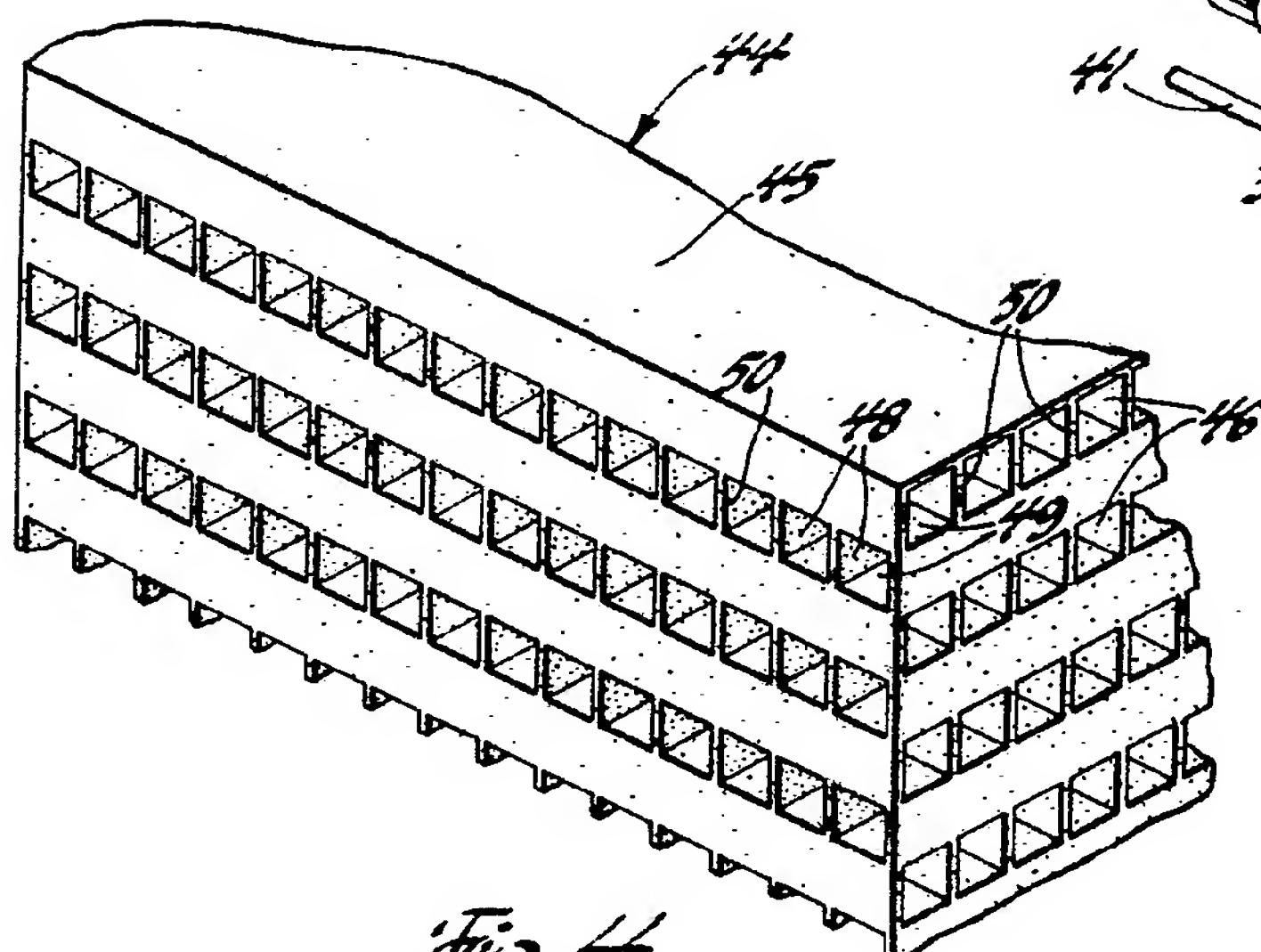


Fig. 4

130025/0592

General Motors Corporation

3455

3043996

- 14 -

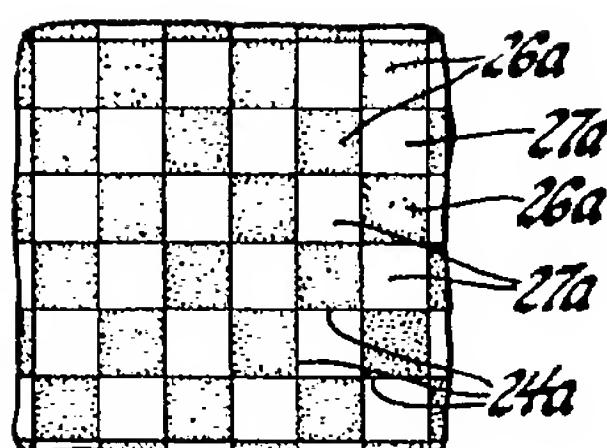


Fig. 5a

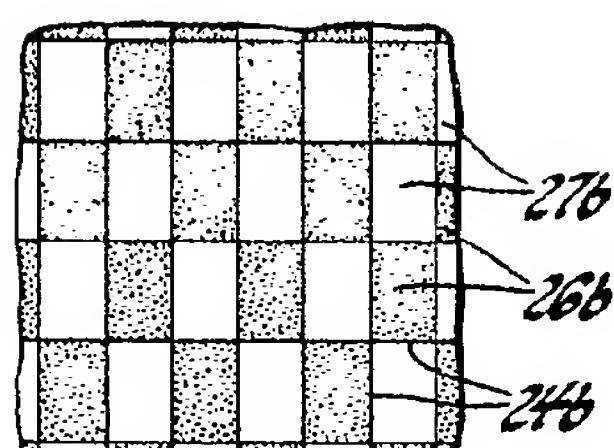


Fig. 5b

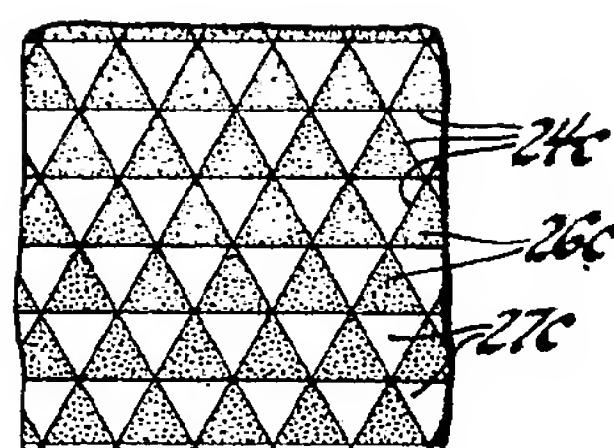


Fig. 5c

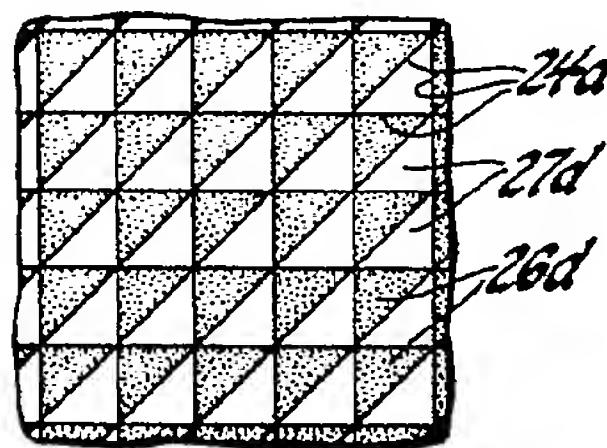


Fig. 5d

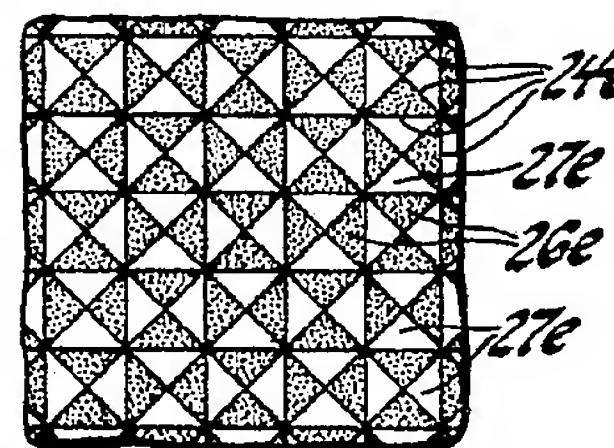


Fig. 5e

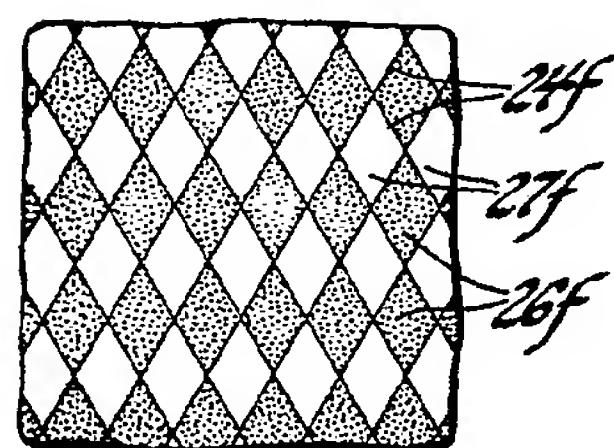


Fig. 5f

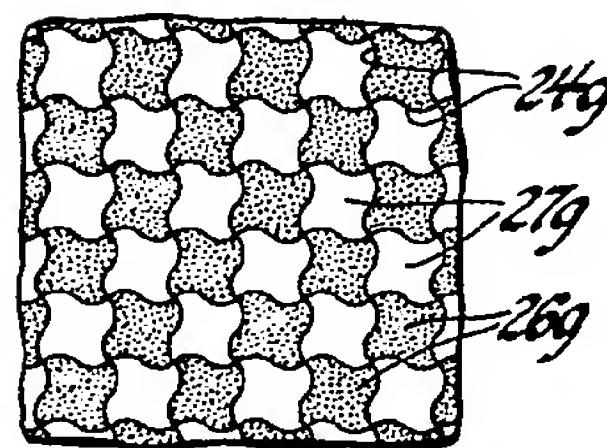


Fig. 5g

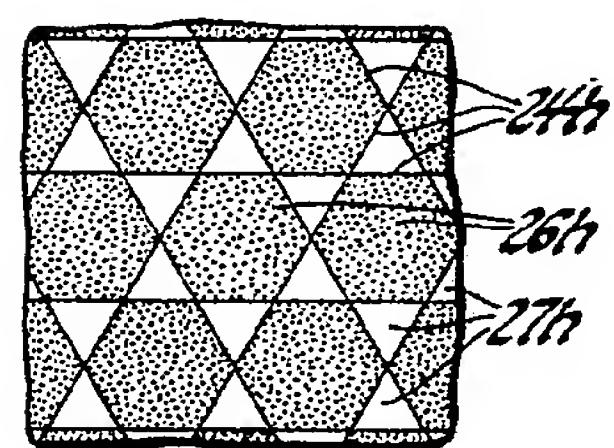


Fig. 5h

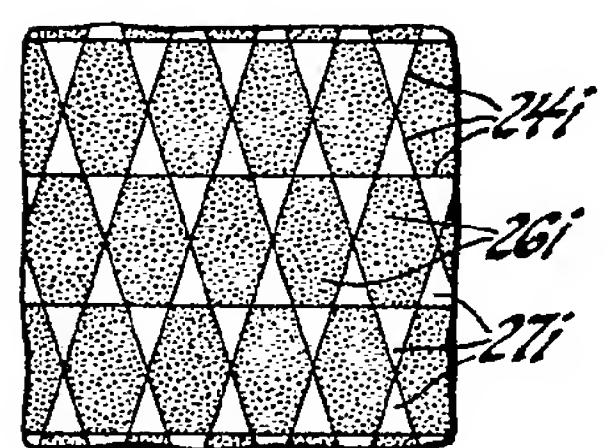


Fig. 5i

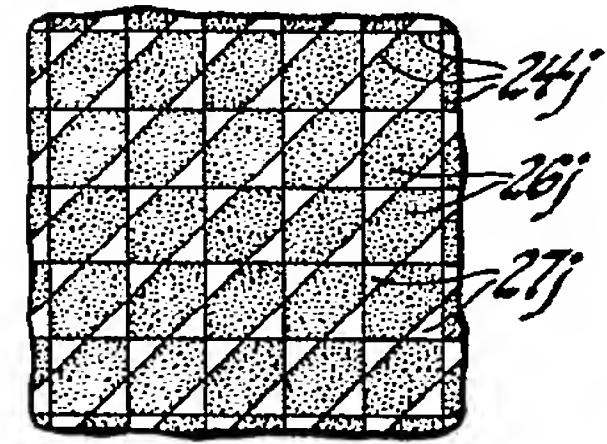


Fig. 5j

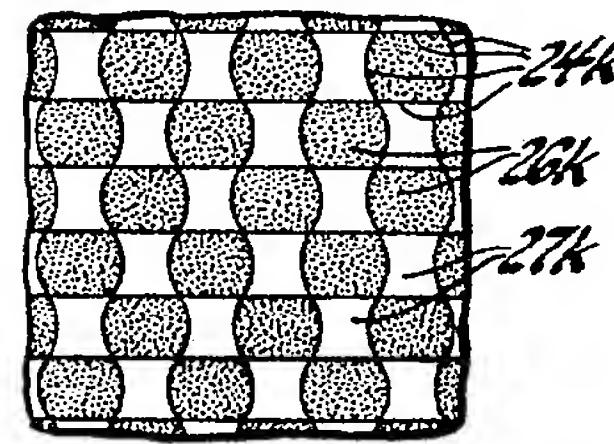


Fig. 5k

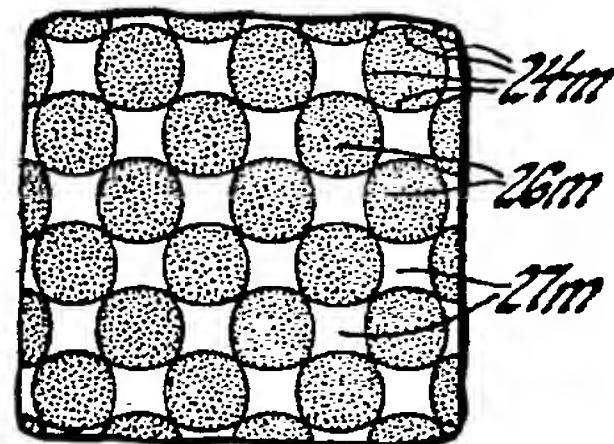


Fig. 5l

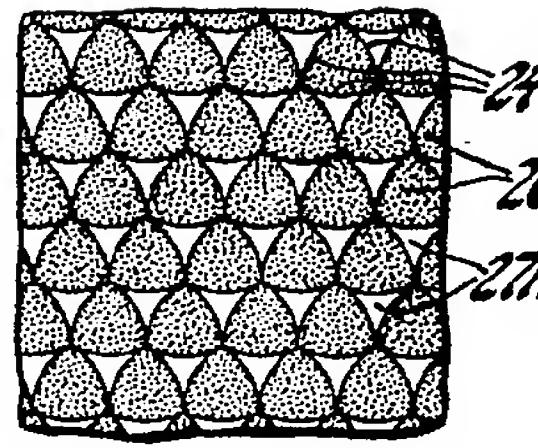


Fig. 5n

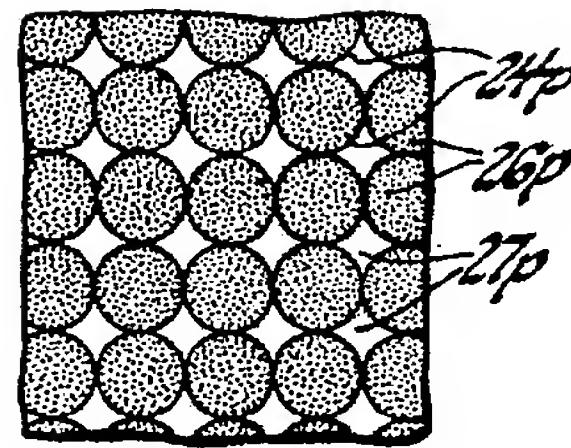


Fig. 5o

130025/0592

General Motors Corporation